

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 septembre 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/080873 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **F23G 5/08**,
5/14

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/050099

(22) Date de dépôt international :
16 février 2005 (16.02.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
04 50303 18 février 2004 (18.02.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];
31-33 rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **MEIL-
LOT, Erick** [FR/FR]; 17 bis rue du Bois d'Azay, F-37260
MONTS (FR). **GUENADOU, David** [FR/FR]; 51 rue
Léon Boyer, F-37000 TOURS (FR).

(74) Mandataire : **POULIN, Gérard**; BREVATOME, 3, rue
du Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DESTROYING LIQUID, POWDER OR GASEOUS WASTE USING AN INDUC-
TIVELY COUPLED PLASMA

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCEDE DE DESTRUCTION DE DECHETS LIQUIDES, PULVERULENTS OU GAZEUX PAR
PLASMA INDUCTIF

(57) Abstract: A method for thermally destroying at least one liquid, powder or gaseous organic or organohalogen material. The method comprises the steps of mixing said organic material with water; a first step of thermally destroying said gases in which a breakdown into atomic elements has been induced, which step is performed in a reaction chamber; a second step of thermally destroying the gases from the first destruction step, which step is performed in a mixing device with no added energy, but with added air and/or oxygen; recombining at least part of the gases from the mixing device by cooling same; and discharging the destroyed gases.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de destruction thermique d'au moins un produit organique ou organo-halogéné li-
quide, gazeux ou pulvérulent, comprenant - le mélange - dudit produit organique ou organo-halogéné avec de l'eau - une première
opération de destruction thermique desdits gaz dans lesquels une décomposition en éléments atomiques a été induite, ladite opération
se déroulant dans une chambre de réaction, - une deuxième opération de destruction thermique des gaz ayant subis la première opé-
ration de destruction, dans un dispositif de brassage sans apport d'énergie, mais avec apport d'air et/ou de d'oxygène, - recombinaison
par refroidissement d'au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage, - rejet des gaz détruits.

WO 2005/080873 A1

**DISPOSITIF ET PROCEDE DE DESTRUCTION DE DECHETS
LIQUIDES, PULVERULENTS OU GAZEUX PAR PLASMA INDUCTIF**

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

Cette invention est relative à un dispositif et à un procédé de destruction de produits chimiques toxiques ou dangereux par plasma inductif. Ces produits peuvent se trouver sous forme liquide,
10 gazeuse ou pulvérulente et appartiennent à la famille des composés organiques ou organo-halogénés.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Depuis une dizaine d'années se pose de
15 façon cruciale le problème du traitement des déchets. En effet, la majorité des déchets était, dans le passé, disposée en « décharge », généralement non gérée. Mais à présent, les changements de nature et de quantité des déchets impliquent une approche industrielle du
20 traitement des déchets.

De nombreuses technologies de traitement sont mises en œuvre pour traiter les déchets afin de poursuivre sur la voie du développement, mais sans nuire à l'environnement. Ces technologies performantes
25 de destruction de déchets ont en commun de présenter à la fois un procédé de destruction des déchets, des traitements des fumées produites lors de cette destruction et une gestion des résidus liquides ou solides éventuels obtenus.

Généralement, on utilise des procédés thermiques de destruction des déchets pour surmonter le problème posé par la stabilité de nombreux composés chimiques. Ainsi, les installations de destruction de produits dangereux sont traditionnellement des incinérateurs. Par exemple, les produits liquides sont mélangés à des produits solides en vue d'être brûlés. Or, en incinérant les déchets, on obtient des résidus volatiles. Par ailleurs, ces installations nécessitent des volumes conséquents pour permettre des réactions complètes entre le carburant et le comburant et diminuer les coûts d'exploitation.

Pour pallier ces inconvénients, de nombreux procédés de destruction de déchets utilisent des technologies plasma. En effet, l'utilisation de procédés plasma a l'avantage de permettre de réduire la taille des installations nécessaires car les incinérateurs plasma permettent d'atteindre de très hautes températures et par conséquent, d'accélérer les réactions chimiques de destruction des déchets et de recombinaison des éléments chimiques ainsi obtenus.

Dans le document [1] référencé à la fin de cette description, on s'applique à détruire des produits organiques à l'aide de plasma en arc soufflé. Les gaz provenant de la combustion des déchets sont mélangés avec de l'air, de l'eau ou de l'oxygène à la sortie de la torche plasma dans un étage tubulaire segmenté. Cette technique permet la destruction de déchets gazeux de façon aisée par mélange des déchets avec le gaz plasma issu de la torche à arc. Néanmoins, l'efficacité du procédé est diminuée du fait que les

charges à détruire ne passent pas dans la torche. La destruction de produits liquides s'avère plus compliquée du fait de la difficulté de mélanger de façon homogène une phase liquide dans une phase gazeuse
5 à haute température et à haute vitesse issue d'une torche plasma à arc soufflé. Cette difficulté diminue encore le rendement thermique et l'efficacité du procédé.

Un autre exemple d'utilisation de plasmas
10 en arc soufflé est présenté dans les documents [2] et [3]. Les déchets à détruire sont introduits dans une torche tubulaire à plasma en arc soufflé après qu'ils aient subi un changement d'état en phase gazeuse à l'aide d'un brûleur initial.

15 Dans la technique exposée au document [2], le fait de vaporiser la charge pour la faire passer dans la torche plasma permet à la fois d'augmenter l'efficacité de destruction du procédé et complique considérablement le procédé par la surveillance
20 constante de la bonne vaporisation de la charge. L'ajout du brûleur à gaz, qui nécessite un apport d'air important pour fonctionner correctement, conduit à un débit gazeux important dans lequel la proportion massique de la charge est réduite.

25 Le procédé décrit dans le document [3] permet d'introduire la charge à détruire, qu'elle soit liquide ou gazeuse, directement dans la torche plasma. Ce procédé utilise la technologie de stabilisation de l'arc électrique dans la torche par un champ
30 électromagnétique. Ce procédé étant un grand consommateur d'énergie électrique, il est réservé à la

destruction de produits présents en très grande quantité. De plus, il n'est pas fait mention du type de gaz utilisé pour le fonctionnement de la torche ou pour le contrôle des recombinaisons atomiques. Ainsi, ce
5 procédé effectue une destruction des produits par pyrolyse, c'est-à-dire sans apport d'oxygène, ce qui conduit à obtenir des gaz fortement réducteurs qui doivent être brûlés en sortie de la torche avant rejet dans l'atmosphère.

10 Dans le document [4], les déchets sont mélangés à de l'eau ou du méthanol et sont introduits dans une torche tubulaire à arc. De l'oxygène, à la place de l'air, est également employé comme gaz plasma. L'objectif de ces modifications consiste à améliorer le
15 rendement de destruction des déchets. Cette technique utilise une torche segmentée tubulaire à arc, technologie relativement peu courante qui nécessite une bonne connaissance de la technologie plasma afin de définir des paramètres de fonctionnement stables.
20 L'introduction de deux phases (liquide et gazeuse) dans ce type de technologie ne facilite pas l'acquisition d'un fonctionnement stable.

Dans le document [5], on utilise un brûleur plasma pour purifier et dépolluer les gaz sortant d'un
25 incinérateur classique. On obtient ainsi une post-combustion à haute température avec injection d'air dans la chambre de mélange avec les produits gazeux à neutraliser. De nouveau, avec ce procédé, la torche plasma est utilisée comme vecteur énergétique d'appoint
30 pour purifier des gaz. Il n'est donc pas possible de traiter des liquides directement sans les avoir au

préalable vaporiser dans un incinérateur classique par exemple, comme il est fait mention dans ce document. Par ailleurs, le fait de ne pas introduire la charge au sein de la torche (pour des raisons d'incompatibilité de matériau) diminue fortement l'efficacité du procédé.

On peut également utiliser des plasmas radiofréquences ou hautes fréquences. Par exemple, dans le document [6], les produits solides à détruire sont d'abord introduits dans un four tournant pour y être transformés sous forme gazeuse. Le flux gazeux est ensuite dirigé vers un collecteur où il est mélangé avec un gaz porteur et des déchets liquides éventuels. Cet ensemble est ensuite introduit dans une torche plasma haute fréquence. Les produits issus de la torche passent alors dans une centrifugeuse munie d'un système torique pour générer des champs électriques et magnétiques. Ce système permet alors de séparer les différents éléments. Cette technique a comme vocation première la séparation des différents constituants de charges avec une récupération éventuelle de produits valorisables (éléments lourds...). La torche présente une géométrie particulière dans laquelle sont introduites les charges via un collecteur non défini. Les températures des champs atteintes (300-1000°C) ne permettent pas une destruction au sens strict du terme mais plutôt une mise en condition pour une séparation des différents éléments.

Le document [7] concerne la destruction de produits toxiques gazeux d'origine militaire au moyen d'une torche plasma fonctionnant sous mélange d'air/argon. A la sortie de la torche, une trempe

air/eau est introduite afin de stopper les réactions. Les charges à détruire passent soit dans un module d'inertage comme décrit dans ce document, soit dans le module à plasma. Ainsi il apparaît que ce sont
5 principalement les gaz qui sont dirigés vers le module à plasma. L'introduction de liquide ne constitue qu'une éventualité suivant la composition de la charge.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

10 Le but de l'invention est de détruire des produits organiques ou organo-halogénés, seuls ou en mélanges, d'une façon sécuritaire avec rejet contrôlé des produits gazeux non toxiques dans l'atmosphère et piégeage des produits de recombinaisons nocifs pour
15 l'environnement. L'objectif de cette invention est donc de restituer à l'atmosphère des produits exempts de toxicité ou de dangerosité pour l'homme ou son environnement.

L'invention propose un dispositif et un
20 procédé de destruction de produits chimiques, et en particulier de déchets spécifiques qui présentent une haute stabilité et une haute toxicité chimique. En d'autres termes, le dispositif et le procédé selon l'invention permettent de traiter différents produits
25 chimiques qui présentent des risques potentiels pour l'homme ou son environnement et qui nécessitent donc une surveillance attentive et continue au cours de leur durée de vie.

L'invention concerne un procédé de
30 destruction thermique d'au moins un produit organique ou organo-halogéné se présentant sous forme liquide,

gazeuse ou pulvérulente. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- mélange :

- 5 - dudit au moins un produit organique avec de l'eau en quantité suffisante pour au moins satisfaire les rapports stœchiométriques entre les atomes de carbone et d'oxygène du mélange, ou
- 10 - dudit au moins un produit organo-halogéné avec de l'eau en quantité suffisante pour au moins satisfaire les rapports stœchiométriques entre les atomes de carbone et d'oxygène du mélange, d'une part, et entre les atomes d'hydrogène et d'halogène du mélange, d'autre part,
- 15 - introduction de ce mélange et de gaz plasmagènes au niveau de la bobine d'une torche plasma inductive pour obtenir des gaz dans lesquels une décomposition en éléments atomiques a été induite,
- 20 - une première opération de destruction thermique desdits gaz dans lesquels une décomposition en éléments atomiques a été induite, cette première opération de destruction se déroulant dans une chambre de réaction,
- 25 - une deuxième opération de destruction thermique des gaz ayant subis la première opération de destruction, cette deuxième opération de destruction se déroulant dans un dispositif de brassage sans apport d'énergie, ces gaz subissant la deuxième opération de destruction thermique étant brassés avec de l'air et/ou de l'oxygène,
- 30 - recombinaison par refroidissement d'au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage,

- rejet des gaz détruits.

Le mélange des produits à détruire avec de l'eau est réalisé avec de l'eau sous forme liquide pour les liquides et les poudres, ou de l'eau sous forme de
5 vapeur pour les gaz. Le mélange doit avoir un rapport déchet/eau au minimum équivalent au rapport stœchiométrique atomique entre les atomes de carbone et d'oxygène du mélange. Dans le cas particulier des
10 produits organo-halogénés, il faut en plus que le rapport déchet/eau soit au minimum équivalent au rapport stœchiométrique atomique entre les atomes d'hydrogène et d'halogène du mélange.

Avantageusement, le mélange du au moins un produit organique ou organo-halogéné avec de l'eau est
15 introduit au niveau de la bobine de la torche plasma inductive sous forme pulvérisée si ledit produit organique ou organo-halogéné est sous forme liquide ou pulvérulente, ou sous forme gazeuse si ledit produit
organique ou organo-halogéné est sous forme gazeuse.

20 Avantageusement, le rejet des gaz détruits se fait vers l'atmosphère.

Avantageusement, le dispositif de brassage est un venturi.

Selon un cas particulier, le procédé de
25 destruction comprend en outre une étape de refroidissement des gaz issus de l'étape de recombinaison par refroidissement dans un dispositif permettant d'échanger de la chaleur avec le milieu extérieur.

Avantageusement, le procédé comporte en outre une étape d'analyse des gaz sortant de l'étape de recombinaison par refroidissement.

Avantageusement, le procédé comporte en
5 outre une étape de régulation de la pression des gaz.

Dans ce cas, l'étape de régulation est avantageusement réalisée à l'aide d'un dispositif de pompage (vanne de régulation, pompe à vide, centrale de régulation) appelé groupe vide.

10 Selon un cas particulier, le procédé comprend au moins une étape de traitement chimique des gaz sortant de l'étape de recombinaison par refroidissement.

Avantageusement, ladite au moins une étape
15 de traitement chimique des gaz est une étape choisie parmi une déhalogénisation, une désoxydation d'oxyde d'azote et une désulfurisation. Ce choix s'effectue suivant la nature des gaz à traiter.

Avantageusement, une pulvérisation d'eau
20 sur les gaz est effectuée avant de réaliser l'étape de traitement chimique desdits gaz. Cette pulvérisation a pour but d'abaisser, si besoin, la température des gaz.

L'invention concerne également un
25 dispositif de destruction thermique d'au moins un produit organique ou organo-halogéné se présentant sous forme liquide, gazeuse ou pulvérulente. Ce dispositif comprend :

- une torche plasma inductive,
- 30 - des moyens d'introduction de gaz plasmagènes dans ladite torche,

- des moyens d'introduction d'un mélange d'eau et dudit au moins un produit organique ou organo-halogéné dans ladite torche,
 - une chambre de réaction apte à permettre une
5 destruction thermique des gaz sortant de la torche plasma inductive,
 - un dispositif permettant de réaliser un brassage des gaz sortant de la chambre de réaction,
 - des moyens d'introduction d'air et/ou d'oxygène dans
10 le dispositif de brassage,
 - un dispositif permettant de recombinaison par refroidissement au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage,
- la torche inductive étant reliée à la chambre de
15 réaction, qui est reliée au dispositif de brassage, qui est relié au dispositif de recombinaison.

Avantageusement, le dispositif de destruction comprend des moyens de refroidissement de la torche plasma inductive, de la chambre de réaction,
20 du dispositif de brassage et du dispositif de recombinaison.

Avantageusement, les moyens de refroidissement de la torche plasma inductive, de la chambre de réaction, du dispositif de brassage et du
25 dispositif de recombinaison sont une centrale de refroidissement.

Avantageusement, la chambre de réaction comporte une double paroi dans laquelle circule de l'eau de refroidissement.

Avantageusement, la surface intérieure de la double paroi est recouverte d'un matériau réfractaire. Ce matériau sert alors de protection.

La chambre de réaction est conçue pour que
5 les gaz qu'elle contient puissent atteindre une température suffisamment haute et pendant un temps suffisant pour que les gaz se décomposent en d'autres gaz moins réactifs.

Avantageusement, l'introduction de gaz
10 plasmagènes dans la torche est effectuée par surpression. Avantageusement, les moyens d'introduction de gaz plasmagènes dans la torche sont constitués d'une centrale de gaz classique (bouteille réservoir) où les gaz sont introduits classiquement par surpression.

Avantageusement, les moyens d'introduction
15 d'un mélange d'eau et de déchets dans la torche sont une sonde de pulvérisation si le mélange est sous forme liquide ou de suspensions, ou sont une sonde d'injection si le mélange est sous forme gazeuse.

Avantageusement, le dispositif permettant
20 de réaliser un brassage de gaz est un venturi. Le dispositif permettant de réaliser un brassage d'air, et en particulier le venturi, permet de réaliser directement une post combustion entre les gaz à haute
25 température issus de la décomposition des déchets et les gaz introduits (air ou oxygène) sans aucun apport d'énergie supplémentaire.

Selon un cas particulier, le venturi a une double paroi refroidie par eau.

Avantageusement, le venturi comporte une
30 partie supérieure, appelée convergent, une partie

inférieure, appelée divergent, une partie médiane, appelée col, reliant le convergent et le divergent, et des orifices d'entrée d'air.

Avantageusement, le venturi comporte au moins un moyen permettant de distribuer uniformément de l'air sur les parois du venturi.

Avantageusement, le au moins un moyen permettant de distribuer uniformément de l'air sur les parois du venturi est une chambre de répartition comportant des trous disposés sur son périmètre.

Selon un cas particulier, le dispositif permettant de recombinaison par refroidissement au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage est une enceinte à double paroi refroidie par eau.

Avantageusement, le dispositif selon l'invention comprend en outre un dispositif permettant d'échanger de la chaleur avec le milieu extérieur et/ou un dispositif permettant de réguler la pression à l'intérieur du dispositif de destruction.

Avantageusement, le dispositif permettant de réguler la pression est un groupe vide.

Avantageusement, le dispositif de destruction comprend en outre, situé après le dispositif de recombinaison de gaz, au moins un dispositif permettant de traiter chimiquement les gaz issus du dispositif de recombinaison.

Avantageusement, le au moins un dispositif permettant de traiter chimiquement les gaz issus du dispositif de recombinaison réalise une réaction choisie parmi une déhalogénéisation, une désoxydation d'oxyde d'azote et une désulfuration. La réaction

choisie dépend des compositions chimiques des gaz et de leurs propriétés physico-chimiques.

- Les avantages du dispositif et du procédé
- 5 selon l'invention résident dans :
- le taux de destruction élevé (99,995% au minimum) grâce à l'injection directe des produits à détruire dans la torche plasma,
 - l'aspect sécuritaire par le dosage hors installation
 - 10 de la charge, c'est-à-dire des produits à détruire, avec de l'eau,
 - le contrôle des recombinaisons des éléments atomiques par l'apport simultané d'oxygène, d'hydrogène avec les éléments carbonés et halogènes,
 - 15 - la taille réduite de l'installation par l'intégration de la technologie plasma et le confinement des réactions dans deux chambres de taille réduite,
 - l'acceptation de mélanges complexes de produits à détruire sans à priori avoir une connaissance précise
 - 20 de leur composition.

Le dispositif et le procédé selon l'invention présentent une polyvalence vis-à-vis des déchets à traiter. En effet, la limite d'introduction des déchets dans le dispositif réside dans la non-

25 acceptation de déchets solides en tant que tels. Tout produit qui peut se présenter sous forme liquide, gazeuse, ou même sous forme de suspension peut être accepté.

Le taux de destruction des déchets obtenu

30 par le procédé et le dispositif selon l'invention est de l'ordre de 99,995%, voire 99,999%. Les gaz rejetés

par le dispositif ou le procédé de destruction respectent notamment les normes de rejet de produits gazeux en vigueur dans la Communauté Européenne, qui s'est fixé l'objectif « zéro produit toxique » rejeté
5 dans l'atmosphère.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture
10 de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe illustrant l'installation permettant de réaliser le procédé selon
15 l'invention,
- la figure 2 est un schéma de principe illustrant l'introduction de la charge dans la torche plasma,
- la figure 3 est un schéma de principe de l'étage de destruction,
- 20 - la figure 4 est un schéma de principe du venturi.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

L'installation permettant de réaliser le procédé de destruction thermique selon l'invention est
25 décrite dans la figure 1.

Un générateur électrique 1, branché sur le secteur à 380V/50Hz (référence 100) et refroidi par une centrale de refroidissement 2, alimente une torche plasma 6 en courant haute fréquence par l'intermédiaire
30 d'un tableau de commande 4. Ce tableau de commande 4

peut, par exemple, être un coffret d'accord. La référence 101 représente le câble coaxial reliant le générateur électrique 1 au tableau de commande 4, et la référence 102 illustre un bras d'induction reliant le
5 tableau 4 à la torche plasma 6.

La torche plasma 6 a besoin de recevoir des gaz pour fonctionner. L'introduction de ces gaz de fonctionnement 3 ainsi que l'introduction du mélange eau/déchets à traiter 5 se font directement au sein de
10 la torche 6. Le mélange de l'eau et des déchets, effectué préalablement, est introduit dans la torche 6 au moyen d'une sonde de pulvérisation pour les liquides ou les suspensions, et au moyen d'une sonde d'injection pour les gaz (le principe de l'introduction du mélange
15 eau/déchets dans la torche est reporté sur la figure 2).

Après leur passage dans la torche plasma 6, le gaz plasmagène et le mélange eau/charge débouchent dans une chambre de réaction 7. Cette chambre de
20 réaction 7 a pour fonction de confiner la chaleur produite dans la torche plasma pour permettre ainsi la destruction complète des déchets. Les gaz issus de cette chambre de réaction peuvent ainsi atteindre une température supérieure à 1500°C.

25 A la sortie de la chambre de réaction 7, les gaz s'écoulent vers un dispositif particulier appelé venturi 8. Le venturi 8 est un dispositif de brassage qui, grâce à une alimentation en comburant (air ou oxygène 9), permet de générer une seconde
30 combustion (post-combustion) entre ce comburant et les gaz issus de la chambre de réaction 7. La figure 4

représente le détail du venturi 8. Ce dispositif permet ainsi de détruire les composés toxiques qui auraient pu échapper au premier stade de destruction dans la chambre de réaction 7. Dans le venturi, les gaz peuvent
5 atteindre une température supérieure à 1200°C après mélange avec le comburant et réaction exothermique de combustion.

Par la suite, les gaz s'écoulent vers un espace 10 dans lequel les gaz sont rapidement refroidis
10 et subissent une étape de recombinaison. Cet espace de recombinaison consiste en une chambre à double paroi refroidie par eau. Dans cet espace 10, la température chute rapidement pour atteindre 200°C en sortie. A la différence de la chambre de réaction 7, l'espace de
15 recombinaison 10 n'est pas isolé thermiquement : sa double paroi est refroidie par circulation d'eau issue de la centrale de refroidissement 2. Dans cet espace, les gaz s'écoulent et se refroidissent par convection naturelle auprès des parois.

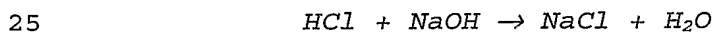
20 Notons que l'ensemble des éléments constitué par la torche inductive 6, la chambre de réaction 7, le venturi 8 et l'étage de recombinaison 10 est refroidi et connecté à une centrale de refroidissement 11.

25 A la sortie de l'espace de recombinaison 10, les gaz sont analysés. Le dispositif d'analyse 12 permet de vérifier l'efficacité du traitement thermique et de connaître la composition des gaz après ce traitement, mais l'analyse permet surtout de savoir si
30 les gaz doivent en plus subir un traitement chimique.

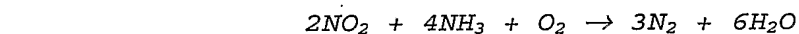
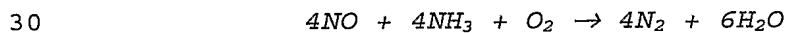
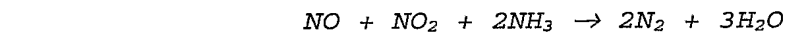
Si les gaz ont subi un traitement thermique suffisamment pour être rejetés directement dans l'atmosphère, c'est-à-dire si leurs concentrations en composés toxiques ne dépassent pas les limites fixées, les gaz sont envoyés vers un échangeur de chaleur 17. Dans cet échangeur, les gaz sont refroidis et passent ensuite dans un groupe vide 18 qui permet de réguler la pression de travail dans le procédé. La pression de travail est comprise entre quelques millibars et la pression atmosphérique. Après le groupe vide 18, les gaz sont rejetés vers l'atmosphère.

Si les gaz, après le traitement thermique, contiennent encore des composés toxiques de concentrations trop élevées, on les envoie dans un système de traitement. Ce système de traitement dépend des composés que l'on doit traiter. En général, ce système de traitement comprend un système de neutralisation des halogénés 14, un système DENOX permettant la dénitrification catalytique des gaz 16 et éventuellement un système de désulfurisation (non représenté sur la figure 1).

La neutralisation des halogènes s'effectue par une pulvérisation classique d'eau sodée suivant la réaction exemplaire du chlore :



La dénitrification des oxydes d'azote s'effectue par exemple par les réactions avec de l'ammoniac :



Eventuellement, on peut effectué une pulvérisation d'eau 13 avant l'entrée des gaz dans le système de traitement des produits halogénés 14 et le passage dans les unités de traitement des oxydes d'azote et/ou de produits soufrés 16. Cela permet
5 d'abaisser la température des gaz en cas d'excès de chaleur pour protéger le système de neutralisation des halogènes.

Des vannes 103 permettent de contrôler le
10 débit de gaz circulant entre différents éléments du dispositif. Par exemple, dans la figure 1, des vannes 103 sont disposées entre le dispositif d'analyse 12 et le système de traitement des produits halogénés 14, entre le dispositif d'analyse 12 et l'échangeur de
15 chaleur 17, et entre les unités de traitement des oxydes d'azote et/ou de produits soufrés 16 et l'échangeur de chaleur 17.

Après avoir subi ces différents traitements, les gaz subissent une analyse 19 pour
20 déterminer s'ils peuvent être rejetés dans l'atmosphère. S'ils sont suffisamment épurés, ils sont refroidis dans l'échangeur de chaleur 17 et passent dans le groupe vide 18. Après le groupe vide 18, les gaz sont rejetés vers l'atmosphère 19. Si les gaz sont
25 encore trop réactifs, ils subissent de nouveau un traitement chimique dans les systèmes 14 et 16.

La figure 2 présente le système d'introduction du mélange charge/eau 5 au sein de la
30 torche plasma.

La torche plasma 6 est une torche haute fréquence ou inductive, sans électrode, et dans laquelle le plasma est généré par un courant à forte tension et haute fréquence circulant dans une bobine
5 26. On entend par plasma la dissociation d'un gaz en ions, en électrons et en espèces neutres, excitées ou non. Tout type de torche inductive peut convenir.

De préférence, la torche plasma est constituée d'un matériau non-conducteur et perméable
10 aux hautes fréquences.

La charge à traiter doit être mélangée avec une quantité suffisante d'eau. Si la charge à traiter est sous forme liquide ou pulvérulente, l'eau ajoutée est liquide. Si la charge à traiter est gazeuse, l'eau
15 ajoutée sera également gazeuse (vapeur d'eau). La quantité suffisante d'eau à ajouter est atteinte lorsque le rapport charge/eau est, au minimum, équivalent au rapport stœchiométrique atomique entre d'une part les atomes de carbone et d'oxygène, et
20 d'autre part, entre les atomes d'hydrogène et d'halogène, dans le cas particulier des produits organo-halogénés. L'apport simultané d'oxygène et d'hydrogène, via l'eau liquide ou la vapeur d'eau mélangée avec la charge, permet de contrôler les
25 recombinaisons atomiques tout en assurant un niveau de sécurité élevée (pas de risque d'explosion H_2/O_2 par exemple). Ainsi les réactions de recombinaison atomique simultanées sont les suivantes :



Ce mélange ainsi constitué est stocké dans une cuve en attendant d'être injecté dans la torche plasma.

Le mélange eau/déchets est introduit au
5 cœur de la torche plasma 6 sous forme pulvérisée ou gazeuse.

Si le mélange déchets/eau est sous la forme d'un liquide ou d'une suspension, il sera pulvérisé dans la torche plasma. Comme le mélange est entreposé
10 dans une cuve, on utilise une pompe d'alimentation pour amener le mélange jusqu'à l'entrée de la torche et on pulvérise le mélange (ici sous forme de nappe liquide) à l'aide d'une sonde de pulvérisation 23, refroidie par eau et assistée mécaniquement par une introduction de
15 gaz. On précise que l'introduction du mélange dans la torche plasma peut être réalisée par tout type de sonde, pourvu que celle-ci fractionne la nappe liquide en fines gouttelettes.

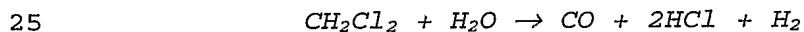
Si la charge à traiter est une charge
20 gazeuse, le mélange gazeux est introduit au cœur du plasma de la torche plasma par l'intermédiaire d'une pompe d'alimentation et d'une sonde d'injection 23' refroidie par eau. Notons que la sonde de pulvérisation 23 et la sonde d'injection 23' sont identiques, sauf
25 que la sonde d'injection ne nécessite pas d'alimentation en gaz de pulvérisation.

La sonde d'injection 23' ou de pulvérisation 23 est de préférence placée au cœur de la bobine 26 de la torche plasma 6. Ainsi, le mélange
30 liquide, pulvérulent ou gazeux est en contact avec le plasma à l'endroit où sa température est la plus haute.

Cette position procure le maximum d'efficacité à la fois en terme de pénétration de la charge dans la veine gazeuse et en terme de destruction du fait du contact intime des deux phases et des hautes températures. La
5 sonde 23' ou 23 peut également être déplacée vers la sortie 25 de la torche.

En d'autres termes, tous les déchets à détruire sont préalablement mélangés à de l'eau soit sous forme liquide pour les déchets liquides (mélange
10 ou émulsion) ou les déchets en poudres (suspension), soit sous forme de vapeur d'eau pour les déchets gazeux avant leur introduction dans le dispositif de destruction thermique.

Le mélange du déchet avec le milieu aqueux
15 ou gazeux constitue un des points clés de la réussite de la destruction du déchet. Le rapport déchet/eau doit au minimum satisfaire le rapport stœchiométrique atomique entre d'une part les atomes de carbone et l'oxygène et d'autre part, entre les atomes d'hydrogène
20 et d'halogène, dans le cas particulier des produits organo-halogénés. Ainsi par exemple, un déchet de dichlorométhane de formule chimique CH_2Cl_2 sera mélangé à de l'eau dans les proportions 1 mole pour 1 mole pour activer la réaction suivante :



Ce mélange permet d'accroître l'aspect sécurité du dispositif de destruction selon l'invention en évitant l'introduction séparée et simultanée d'oxygène et d'hydrogène dans le plasma. Ce mélange
30 permet également de diminuer les débits de gaz. On dispose donc ainsi d'une installation de taille réduite

qui ne nécessite pas de systèmes de traitement des fumées trop importants.

La figure 3 schématise l'étage de destruction. Il y a une chambre de réaction dans laquelle la destruction de la charge va avoir lieu. Cette chambre de réaction 7 comporte une double paroi 28 dans laquelle circule de l'eau de refroidissement. Cette double paroi peut être en acier. La surface intérieure de la double paroi est recouverte d'un matériau réfractaire de protection.

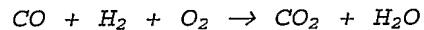
Les gaz issus de la torche 6 pénètrent dans la chambre de réaction 7 par un orifice 27. Un hublot de visée 30 permet de contrôler le bon comportement du gaz passant par l'orifice 27. Un mauvais comportement de l'ionisation du gaz serait caractérisé par :

- des mouvements erratiques et désordonnés de la colonne de gaz,
- des claquages électriques sur les pièces métalliques (bord de torche, sonde d'injection),
- une colonne plasma non parfaitement développée et restant confinée dans la torche 6.

Le contrôle du bon comportement du gaz peut être facilité en plaçant une caméra 31 devant le hublot 30. Un thermocouple 32, placé vers la sortie 33 de la chambre de réaction 7, permet de mesurer la température des gaz en sortie de cette chambre.

Les gaz sortant de la chambre de réaction entrent ensuite dans un dispositif appelé venturi. Le venturi 8 a pour objet de générer une turbulence

importante des gaz de réaction issus de la chambre de réaction grâce à un apport d'air froid. Ce mélange de gaz, constitué d'air froid et des produits de réaction, permet, sans apport de chaleur supplémentaire, de
5 générer une post-combustion des gaz issus de la chambre de réaction. On peut ainsi achever la destruction des éventuels gaz réactifs qui n'ont pas été transformés dans la chambre de réaction 7. Dans le venturi, les différentes espèces gazeuses telles que H_2 , CO , $C...$ vont
10 réagir avec l'air selon la réaction suivante :



Le gaz nocif CO est ainsi transformé en un gaz moins nocif.

15 Le venturi 8 est en acier et possède une structure à double paroi refroidie par eau (voir sur la figure 4). Il est constitué de trois parties, une partie supérieure, appelée convergent 34, et une partie inférieure, appelée divergent 42, ces deux parties
20 étant rejointes au niveau d'un col 38.

Le convergent 34 est en contact avec la sortie des gaz 33 de la chambre de réaction 7. Le convergent comporte deux orifices 35 et 36 qui permettent d'injecter de l'air ou de l'oxygène à
25 l'entrée du venturi 8 à l'aide d'une chambre de répartition 37. La chambre de répartition est un espace cylindrique de quelques centimètres de hauteur et de largeur sur tout le périmètre de l'entrée du venturi, et dans lequel le gaz 10 va s'écouler. La chambre de
30 répartition 37 est percée d'une multitude de trous, par exemple de trous de diamètre 2 mm et espacés de 2 mm,

présents sur tout le périmètre de la chambre de répartition 37. Cette chambre de répartition 37 permet que les gaz contenus dans le convergent 34 soient distribués de façon uniforme près des parois du convergent 34, protégeant ainsi ces mêmes parois des gaz corrosifs à haute température.

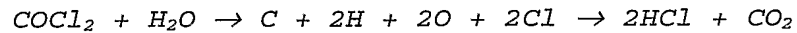
Au niveau du col 38 du venturi 8, une deuxième injection d'air ou d'oxygène est réalisée par un orifice 39 à l'aide d'une deuxième chambre de répartition 40. Cette deuxième injection complète la première injection réalisée dans le convergent. Les gaz passent ensuite dans le divergent 42 et sont éjectés par la sortie 41 du venturi pour pénétrer dans l'étage de recombinaison 10.

Un des avantages du dispositif selon l'invention est que la juxtaposition et l'assemblage des différents éléments décrits dans les paragraphes précédents permettent de réaliser une post-combustion des gaz issus de l'étage de destruction sans utiliser de source d'énergie. La juxtaposition des éléments permet en effet de mettre à profit et d'utiliser les hautes températures des gaz issus de la chambre de réaction 7.

Les produits pouvant être traités en utilisant le dispositif ou le procédé de destruction selon l'invention peuvent être, par exemple, des solvants organo-halogénés, des mélanges aqueux pollués de faible pouvoir calorifique, des huiles, des cycles aromatiques, des produits toxiques gazeux type C.F.C.,

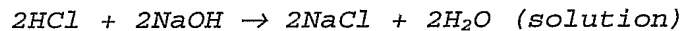
H.C.F.C., des gaz de combat, des produits pulvérulents tels que des explosifs solides sous forme de boue... La seule limitation est que les produits à détruire doivent se trouver sous forme liquide, gazeuse ou pulvérulente.

Par exemple, la destruction du phosgène, produit gazeux, conduit à la décomposition atomique puis à la recombinaison suivante :

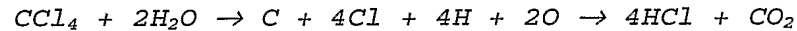


la concentration molaire initiale du mélange étant de 1 mole de COCl_2 avec 1 mole d'eau pour former 3 moles de produits gazeux.

Par la suite, le HCl réagit avec NaOH :

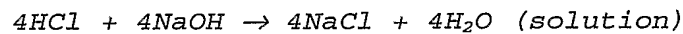


Pour la destruction de produits liquides, par exemple du tétrachlorométhane, on a les réactions de décomposition et de recombinaison suivantes :



la concentration molaire étant de 1 mole de charge et 2 moles d'eau.

Par la suite, on aura la réaction suivante entre HCl et NaOH :



BIBLIOGRAPHIE

- 5
- [1] Brevet US4438706
- [2] Brevet US4479443
- [3] Brevet US4644877
- 10 [4] Brevet US4886001
- [5] Brevet US5505909
- [6] Brevet US5288969
- 15 [7] Document FR-A-2765322

REVENDICATIONS

1. Procédé de destruction thermique d'au moins un produit organique ou organo-halogéné se
- 5 présentant sous forme liquide, gazeuse ou pulvérulente, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- mélange :
 - dudit au moins un produit organique avec de l'eau en quantité suffisante pour au moins
 - 10 satisfaire les rapports stœchiométriques entre les atomes de carbone et d'oxygène du mélange, ou
 - dudit au moins un produit organo-halogéné avec de l'eau en quantité suffisante pour au moins
 - 15 satisfaire les rapports stœchiométriques entre les atomes de carbone et d'oxygène du mélange, d'une part, et entre les atomes d'hydrogène et d'halogène du mélange, d'autre part,
 - introduction de ce mélange et de gaz plasmagènes au
 - 20 niveau de la bobine (26) d'une torche plasma inductive (6) pour obtenir des gaz dans lesquels une décomposition en éléments atomiques a été induite,
 - une première opération de destruction thermique desdits gaz dans lesquels une décomposition en éléments
 - 25 atomiques a été induite, cette première opération de destruction se déroulant dans une chambre de réaction (7),
 - une deuxième opération de destruction thermique des gaz ayant subis la première opération de destruction,
 - 30 cette deuxième opération de destruction se déroulant dans un dispositif de brassage (8) sans apport

d'énergie, ces gaz subissant la deuxième opération de destruction thermique étant brassés avec de l'air et/ou de l'oxygène,

- recombinaison par refroidissement (10) d'au moins une
5 partie des gaz issus du dispositif de brassage (8),
- rejet (20) des gaz détruits.

2. Procédé de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le
10 mélange du au moins un produit organique ou organo-halogéné avec de l'eau est introduit au niveau de la bobine (26) de la torche plasma inductive (6) sous forme pulvérisée si ledit produit organique ou organo-halogéné est sous forme liquide ou pulvérulente, ou
15 sous forme gazeuse si ledit produit organique ou organo-halogéné est sous forme gazeuse.

3. Procédé de destruction thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif
20 de brassage (8) est un venturi.

4. Procédé de destruction thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de refroidissement des gaz issus de
25 l'étape de recombinaison par refroidissement (10) dans un dispositif (17) permettant d'échanger de la chaleur avec le milieu extérieur.

5. Procédé de destruction thermique selon
30 l'une quelconque des revendications 1 ou 4, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape d'analyse (12)

des gaz sortant de l'étape de recombinaison par refroidissement (10).

6. Procédé de destruction thermique selon
5 l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de régulation de la pression des gaz.

7. Procédé de destruction thermique selon
10 la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de régulation est réalisée à l'aide d'un dispositif de pompage (18) appelé groupe vide.

8. Procédé de destruction thermique selon
15 l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une étape de traitement chimique des gaz sortant de l'étape de recombinaison par refroidissement.

20 9. Procédé de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la au moins une étape de traitement chimique des gaz est une étape choisie parmi une déhalogénisation (14), une désoxydation d'oxyde d'azote (16) et une
25 désulfurisation.

10. Procédé de destruction thermique selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'une pulvérisation d'eau (13) sur les gaz est
30 effectuée avant de réaliser l'étape de traitement chimique desdits gaz.

11. Dispositif de destruction thermique d'au moins un produit organique ou organo-halogéné se présentant sous forme liquide, gazeuse ou pulvérulente, comprenant :

- une torche plasma inductive (6),
- des moyens d'introduction de gaz plasmagènes dans ladite torche (6),
- des moyens d'introduction (23,23') d'un mélange d'eau et dudit au moins un produit organique ou organo-halogéné dans ladite torche,
- une chambre de réaction (7) apte à permettre une destruction thermique des gaz sortant de la torche plasma inductive (6),
- un dispositif (8) permettant de réaliser un brassage des gaz sortant de la chambre de réaction (7),
- des moyens d'introduction d'air et/ou d'oxygène (9) dans le dispositif de brassage (8),
- un dispositif (10) permettant de recombinaison par refroidissement au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage,

la torche inductive (6) étant reliée à la chambre de réaction (7), qui est reliée au dispositif de brassage (8), qui est relié au dispositif de recombinaison (10).

25

12. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de refroidissement de la torche plasma inductive, de la chambre de réaction, du dispositif de brassage et du dispositif de recombinaison.

30

13. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement sont une centrale
5 de refroidissement (11).

14. Dispositif de destruction thermique selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la chambre de réaction (7)
10 comporte une double paroi (28) dans laquelle circule de l'eau de refroidissement.

15. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la surface intérieure de la double paroi (28) est recouverte d'un matériau réfractaire.

16. Dispositif de destruction thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que
20 l'introduction de gaz plasmagènes dans la torche est effectuée par surpression.

17. Dispositif de destruction thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que les
25 moyens d'introduction d'un mélange d'eau et de déchets dans la torche sont une sonde de pulvérisation (23) si le mélange est sous forme liquide ou de suspensions, ou sont une sonde d'injection (23') si le mélange est sous forme gazeuse.

18. Dispositif de destruction thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif (8) permettant de réaliser un brassage de gaz est un venturi.

5

19. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le venturi a une double paroi refroidie par eau.

10

20. Dispositif de destruction thermique selon l'une quelconque des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que le venturi comporte une partie supérieure, appelée convergent (34), une partie inférieure, appelée divergent (42), une partie médiane, appelée col (38), reliant le convergent (34) et le

15

divergent (42), et des orifices d'entrée d'air.

21. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le venturi comporte au moins un moyen (37) permettant de distribuer uniformément de l'air sur les parois du venturi.

20

22. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le au moins un moyen permettant de distribuer uniformément de l'air sur les parois du venturi est une chambre de répartition (37,40) comportant des trous disposés sur son périmètre.

25

30

23. Dispositif de destruction thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif (10) permettant de recombinaison par refroidissement au moins une partie des gaz issus du dispositif de brassage (8) est une enceinte à double paroi refroidie par eau.

24. Dispositif de destruction thermique selon l'une quelconque des revendications 11 à 23, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif (17) permettant d'échanger de la chaleur avec le milieu extérieur et/ou un dispositif (18) permettant de réguler la pression à l'intérieur du dispositif de destruction.

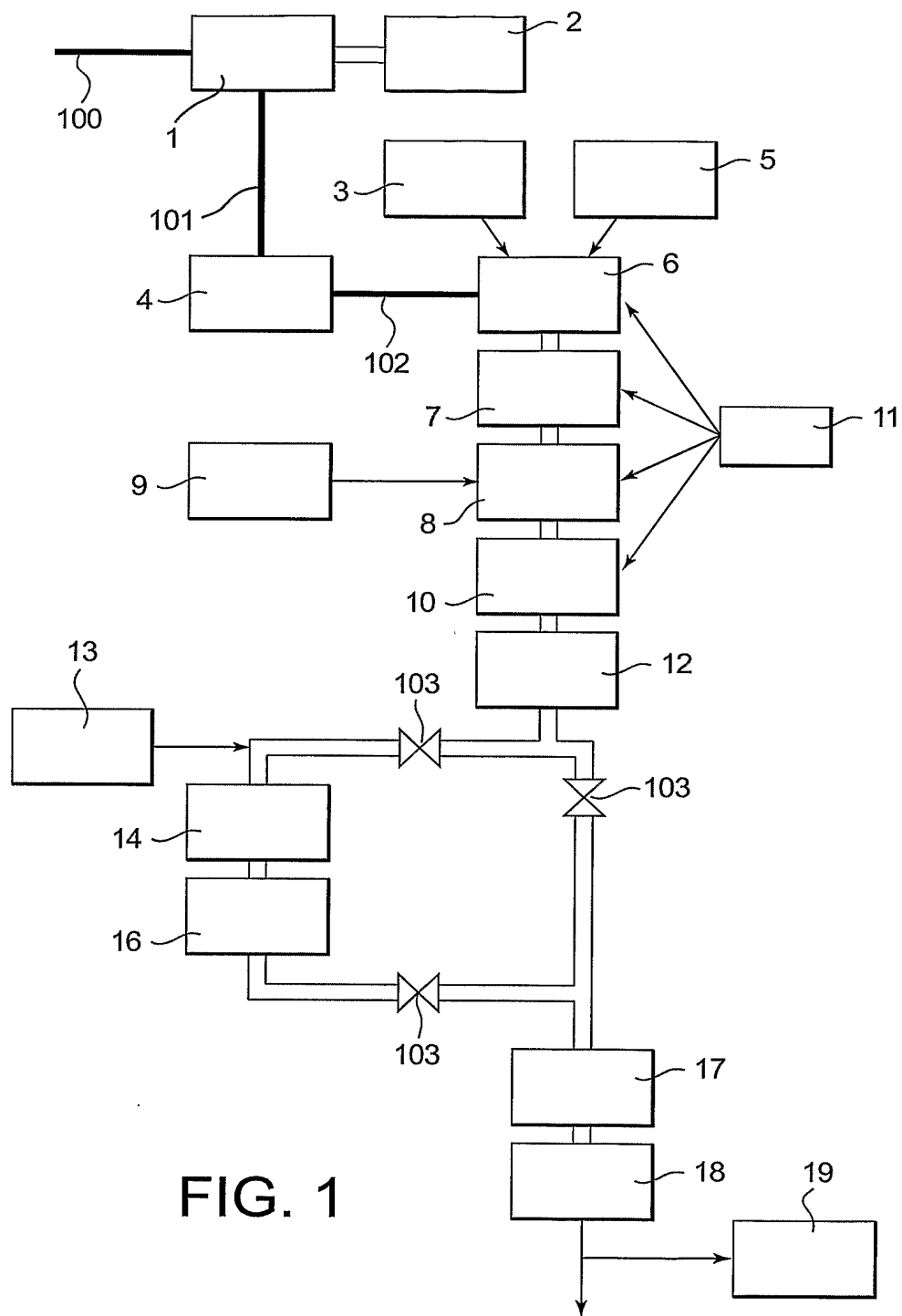
25. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif (18) permettant de réguler la pression est un groupe vide.

26. Dispositif de destruction thermique selon l'une quelconque des revendications 11 à 25, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, situé après le dispositif de recombinaison (10) de gaz, au moins un dispositif permettant de traiter chimiquement les gaz issus du dispositif de recombinaison.

27. Dispositif de destruction thermique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le au moins un dispositif permettant de traiter chimiquement les gaz issus du dispositif de

recombinaison réalise une réaction choisie parmi une déhalogénéisation (14), une désoxydation d'oxyde d'azote (16) et une désulfurisation.

1 / 2



2 / 2

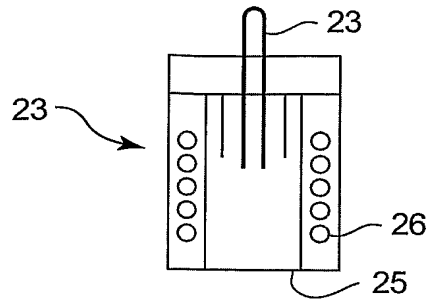


FIG. 2

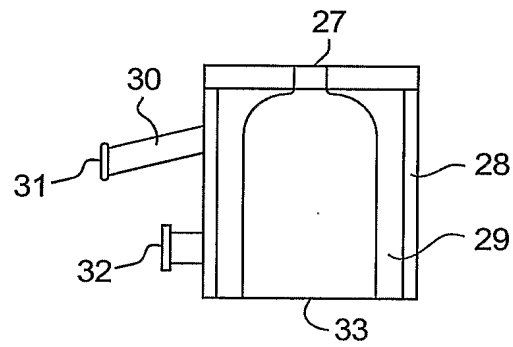


FIG. 3

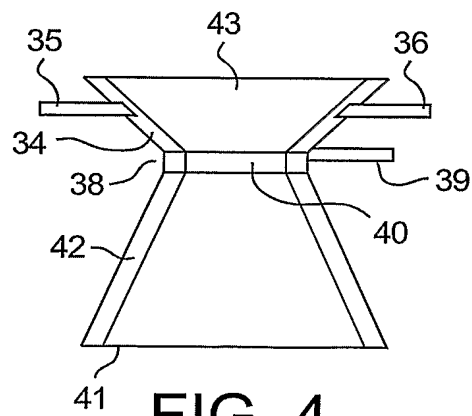


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/050099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F23G5/08 F23G5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H05H F23G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 640 148 A (JEOL LTD ; AGENCY IND SCIENCE TECHN (JP); YOSHIDA TOYONOBU (JP)) 15 June 1990 (1990-06-15) page 3, line 20 - page 12, line 3; figures 1-4	1,11
A	US 6 153 158 A (FLANNERY PHILIP A ET AL) 28 November 2000 (2000-11-28) column 3, line 14 - column 4, line 43; figures 2,3	1,11
A	FR 2 765 322 A (BUCK CHEM TECH WERKE) 31 December 1998 (1998-12-31) cited in the application page 10, line 2 - line 19; figure 2	1,11
A	US 5 877 471 A (DICKMAN RICHARD D ET AL) 2 March 1999 (1999-03-02) figures 1,2	11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 July 2005

Date of mailing of the international search report

01/08/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coquau, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/050099

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2640148	A	15-06-1990	JP 2642200 B2	20-08-1997
			JP 3089920 A	15-04-1991
			JP 1933663 C	26-05-1995
			JP 3089498 A	15-04-1991
			JP 6065198 B	22-08-1994
			JP 2131116 A	18-05-1990
			JP 8004707 B	24-01-1996
			CA 2002616 A1	10-05-1990
			DE 3936516 A1	23-05-1990
			FR 2640148 A1	15-06-1990
			GB 2226552 A , B	04-07-1990
			US 5354962 A	11-10-1994
			US 5026464 A	25-06-1991
			US 5187344 A	16-02-1993
US 6153158	A	28-11-2000	NONE	
FR 2765322	A	31-12-1998	DE 19722649 A1	03-12-1998
			FR 2765322 A1	31-12-1998
US 5877471	A	02-03-1999	AU 7828298 A	30-12-1998
			CA 2293665 A1	17-12-1998
			WO 9857528 A1	17-12-1998

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2005/050099

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F23G5/08 F23G5/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H05H F23G

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 640 148 A (JEOL LTD ; AGENCY IND SCIENCE TECHN (JP); YOSHIDA TOYONOBU (JP)) 15 juin 1990 (1990-06-15) page 3, ligne 20 - page 12, ligne 3; figures 1-4	1,11
A	US 6 153 158 A (FLANNERY PHILIP A ET AL) 28 novembre 2000 (2000-11-28) colonne 3, ligne 14 - colonne 4, ligne 43; figures 2,3	1,11
A	FR 2 765 322 A (BUCK CHEM TECH WERKE) 31 décembre 1998 (1998-12-31) cité dans la demande page 10, ligne 2 - ligne 19; figure 2	1,11
A	US 5 877 471 A (DICKMAN RICHARD D ET AL) 2 mars 1999 (1999-03-02) figures 1,2	11

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

5 juillet 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/08/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Coquau, S

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs

embres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/050099

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2640148	A	15-06-1990	JP 2642200 B2	20-08-1997
			JP 3089920 A	15-04-1991
			JP 1933663 C	26-05-1995
			JP 3089498 A	15-04-1991
			JP 6065198 B	22-08-1994
			JP 2131116 A	18-05-1990
			JP 8004707 B	24-01-1996
			CA 2002616 A1	10-05-1990
			DE 3936516 A1	23-05-1990
			FR 2640148 A1	15-06-1990
			GB 2226552 A ,B	04-07-1990
			US 5354962 A	11-10-1994
			US 5026464 A	25-06-1991
			US 5187344 A	16-02-1993
US 6153158	A	28-11-2000	AUCUN	
FR 2765322	A	31-12-1998	DE 19722649 A1	03-12-1998
			FR 2765322 A1	31-12-1998
US 5877471	A	02-03-1999	AU 7828298 A	30-12-1998
			CA 2293665 A1	17-12-1998
			WO 9857528 A1	17-12-1998